

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допущено
В. о. завідувача кафедри
_____ Владислав ШЛИКОВ
«___» _____ 2020 р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою Клінічна інженерія
(назва)
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»
(код та назва)
на тему: Метод мікрохвильового опромінення для знезараження мікозу
Виконала: студентка 4 курсу, групи БМ-61
(шифр групи)

Бабій Любов Валеріївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник _____ ст. викл. каф. БМІ, Білошицька Оксана Костянтинівна
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Консультант Охорона праці к.т.н., доцент кафедри ОППЦБ Демчук
_____ Гліб Вікторович
(назва розділу) (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Нормоконтроль _____ ст. викладач каф. БМІ, Юр'єва Катерина Олександрівна
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Рецензент _____ доц. каф. ТМБ, к.б.н., с.н.с., Беспалова Олена Ярославівна
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студентка _____

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет	Біомедичної інженерії
Кафедра	Біомедичної інженерії
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Спеціальність	163 Біомедична інженерія
Освітньо-професійна програма	Клінічна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

_____ Владислав ШЛИКОВ

«___» _____ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студенту**

Бабій Любов Валеріївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Метод мікрохвильового опромінення для знезараження мікозу

керівник роботи Білошицька Оксана Костянтинівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «25» травня 2020 р. № 1191-с

2. Термін подання студентом роботи «8» червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Ефективність знезараження мікозу за допомогою мікрохвильового опромінення

4. Зміст дипломної роботи: обрати відповідні види грибків для проведення досліджень та створити оптимальні умови для росту грибків, підібрати параметри опромінення, провести досліді на різних видах грибків та зробити аналіз, виходячи з отриманих результатів досліджень, побудувати математичну модель з оптимальними параметрами опромінення, оцінити точність побудованої прогностичної моделі та перевірити її на контрольних зразках.

5. Перелік ілюстративного (графічного) матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо) презентація у форматі MS Power Point.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Демчук Г.В., к.т.н., доцент кафедри ОППЦБ		

7. Дата видачі завдання 13 квітня 2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на ДР	13 квітня 2020 р.	
2	Ознайомлення з технікою безпеки	13-17 квітня 2020 р.	
3	Огляд літератури за темою	20-25 квітня 2020 р.	
4	Збір та підготовка матеріалу, проведення дослідів	27 квітня-8 травня 2020 р.	
5	Створення бази даних на основі отриманих результатів та їх аналіз	11-15 травня 2020 р.	
6	Перевірка точності результатів та формування висновків	11-15 травня 2020 р.	
7	Підготовка розділу ДР «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	20-24 квітня 2020 р.	
8	Проходження нормоконтролю по оформленню ДР	6-7 червня 2020 р.	
9	Подання ДР рецензенту. Отримання рецензії	6-7 червня 2020 р.	
10	Подання в електронному вигляді ДР та анотації до неї на сайт кафедри	8 червня 2020 р.	
11	Подання пакету документів по ДР до захисту в ЕК	8 червня 2020 р.	
12	Захист ДР в ЕК	15 червня 2020 р.	

Студент

(підпис)

Любов БАБІЙ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Оксана БІЛОШИЦЬКА

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Тема дипломної роботи: «Метод мікрохвильового опромінення для знезараження мікозу».

Обсяг дипломної роботи становить 52 сторінок, в якому міститься 16 таблиць, 21 ілюстрація. Загалом опрацьовано 37 джерел.

Актуальність. Серед методів фізіотерапії особливе місце займає мікрохвильова терапія. Її застосовують в різних напрямках медицини, але можливості використання НВЧ-терапії для лікування дерматологічних захворювань досі достатньо не розкриті. Більша частина досліджень наразі направлена на розвиток саме медикаментозного лікування грибкових захворювань шкіри, не зважаючи на те, що з кожним роком грибки стають більш резистентні до препаратів, а також будь-які лікарські засоби мають побічні дії та негативний вплив на організм пацієнта. Тому дослідження ефективності апаратного лікування дерматологічних захворювань є важливим кроком до уникнення побічних ефектів від медикаментів та зменшення терміну боротьби з хворобами через ефективніше лікування.

Метою дипломної роботи є підбір оптимальної математичної функції для опису залежності росту грибкових захворювань під впливом мікрохвильової терапії.

Задачі дипломної роботи:

1. Обрати відповідні види грибків для проведення досліджень та створити оптимальні умови для росту грибків.
2. Підібрати параметри опромінення, провести дослідження на різних видах грибків та зробити аналіз виходячи з отриманих результатів досліджень.
3. За допомогою комп'ютерної програми для обробки статистичних даних IBM SPSS Statistics побудувати математичну модель з оптимальними параметрами опромінення для знезараження мікозу.
4. Оцінити точність побудованої прогностичної моделі та її перевірка на контрольних зразках.

Основні результати: підготовлено матеріали у вигляді зразків різних видів грибків у чашках Петрі та прилад для дослідів, виконано дослід з опромінення грибкових колоній, підібрано оптимальні значення параметрів опромінення грибків для їх знезараження, проведено статистичний аналіз на основі отриманих результатів, побудовано математичну модель залежності росту грибків від тривалості та потужності опромінення.

Ключові слова: мікрохвильове випромінювання, грибкові інфекції, потужність, НВЧ-терапія, дерматологічні захворювання, лінійна регресійна модель.

SUMMARY

Theme of work: " The method of microwave radiation for mycosis disinfection "

The report consists of 52 pages, which contains 16 tables, 21 illustrations. A total of 37 sources were processed.

Relevance. Microwave therapy is one of the most important methods of physical therapy. This type of therapy is popular in various directions of medicine, but its use in treatment of dermatology diseases is still undiscovered. Most of current research focuses on drug treatment of fungal infection, despite the fact that fungus develop more resistance to drugs every year, as well as every drug has a side effect. That is why the research of the effectiveness of dermatology diseases treatment using medical apparatus will be the important step for avoiding side effects of drugs and for the reduction of the treatment duration.

The aim of the thesis is the selection of optimal mathematical functions to describe the dependence of the growth of fungal diseases under the influence of microwave therapy.

Tasks:

1. To choose the appropriate types of fungi for research and to choose optimal conditions for the growth of fungi.
2. To select right radiation parameters, to undertake the research with different species of fungi and to make an analysis with results.
3. To use a computer program for IBM SPSS statistics, for figuring out a mathematical model with optimal radiation parameters.
4. To draw a conclusion of figuring out a prognostic model and its check on control samples.

Main results: prepared materials and the instrument for experiments, the experiment on radiation of fungal colonies, a selection of optimal values of fungal radiation parameters, the statistical analysis based on the results a mathematical model of dependence of fungus growth on duration and power of irradiation was constructed.

Key words: microwave radiation, fungal infections, power, microwave therapy, dermatological diseases, linear regression model.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ’ЄКТИ	10
1.1 Механізм роботи апаратів для НВЧ-терапії	10
1.2 Використання НВЧ-терапії для лікування захворювань шкіри.....	13
1.3 Види грибків та їх вплив на стан організму людини	14
1.4 Вплив НВЧ-випромінювання на грибки	15
Висновки до розділу 1	16
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НВЧ-ТЕРАПІЇ НА ГРИБКОВІ ІНФЕКЦІЇ	17
2.1 Підготовка матеріалу для дослідів	17
2.1.1 Критерії вибору окремих видів грибів для досліджень	17
2.1.2 Створення оптимальних умов для росту грибків	18
2.1.3 Вирощування грибків різних видів	21
2.2 Основні параметри опромінювання грибків.....	22
2.3 Проведення опромінювання при різних параметрах	25
2.4 Використання програми SPSS для статистичного аналізу	29
Висновки до розділу 2	30
РОЗДІЛ 3 ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІКУВАННЯ ГРИБКОВИХ ІНФЕКЦІЙ.....	31
3.1 Аналіз результатів впливу умов на ріст грибків	31

					БМ61.01.2505.1191			
Вим	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Бабій				Метод мікрохвильового опромінювання для знезараження мікозу	Літ.	Лист	Листів
Перевірів	Білошицька						7	52
Реценз.	Беспалова					КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБМІ БМ-61		
Н. Контр.	Юр'єва							
Затвердив	Шликов							

3.2 Створення прогностичної моделі з оптимальними параметрами для опромінення патологічних зон	35
3.3 Перевірка точності створеної прогностичної моделі при повторних дослідженнях	39
Висновки до розділу 3	41
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	42
4.1 Характеристика приміщення	42
4.2 Оцінка небезпечних та шкідливих факторів.....	44
4.2.1 Електробезпека	44
4.2.2 Пожежна безпека.....	45
4.2.3 Безпека НВЧ-опромінювання	46
Висновок до розділу 4.....	47
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49

ВСТУП

Актуальність. Мікрохвильову терапію застосовують в різних напрямках медицини, але можливості використання НВЧ-терапії для лікування дерматологічних захворювань досі достатньо не розкриті. Більша частина досліджень наразі направлена на розвиток саме медикаментозного лікування грибкових захворювань шкіри, не зважаючи на те, що з кожним роком грибки стають більш резистентні до препаратів, а також будь-які лікарські засоби мають побічні дії та негативний вплив на організм пацієнта. Тому дослідження ефективності апаратного лікування дерматологічних захворювань є важливим кроком до уникнення побічних ефектів від медикаментів та зменшення терміну боротьби з хворобами через ефективніше лікування.

Тема дипломної роботи: Метод мікрохвильового опромінення для знезараження мікозу.

Метою дипломної роботи є підбір оптимальної математичної функції для опису залежності росту грибкових захворювань під впливом мікрохвильової терапії.

Задачі дипломної роботи:

1. Обрати відповідні види грибків для проведення досліджень та створити оптимальні умови для росту грибків.
2. Підібрати параметри опромінення, провести дослідження на різних видах грибків та зробити аналіз виходячи з отриманих результатів досліджень.
3. За допомогою програми для обробки статистичних даних IBM SPSS Statistics побудувати математичну модель з оптимальними параметрами опромінення грибкових інфекцій.
4. Оцінити точність побудованої прогностичної моделі та її перевірка на контрольних зразках.

					БМ61.01.2505.1191	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

1.1 Механізм роботи апаратів для НВЧ-терапії

Мікрохвильова терапія – це один із методів фізіотерапії, під час якого на організм людини діє електромагнітне поле надвисокої частоти. Мікрохвилі, що проникають на глибину до 11 см в організм, мало поглинаються шкірою чи підшкірною клітковиною. Більш інтенсивно нагріваються тканини, багаті водою, молекули якої мають поляризаційні властивості, частоти релаксації яких близькі до частоти коливань. Поглинене випромінювання в залежності від електричних властивостей різних тканин тіла перетворюється в тепло завдяки втратам енергії за рахунок іонної провідності і релаксації дипольних молекул води. Як і світло, мікрохвилі можна сконцентрувати в достатньо вузький пучок, це дозволяє направити їх на певну ділянку тіла. [1]

Надвисокочастотна (НВЧ) терапія здійснюється за допомогою спеціальних апаратів. Генераторами електричних коливань в цих апаратах виступають магнетрони. Вони об'єднують функції коливального контуру та радіоелектронної лампи. [2]

Механізм роботи апаратів для НВЧ-терапії [3]:

- хвилі збираються в короткі пучки, вийшовши з апарату;
- хвильові елементи проникають в тіло пацієнта, 30-60% мікрохвиль поглинається тканинами організму, а інша частина відбивається;
- частина енергії мікрохвиль, яка поглинена тканинами, переходить в тепло і створює теплову дію;
- з'являється також специфічний осциляторний ефект, завдяки якому підвищується активність різних біохімічних процесів і утворюються біологічно активні речовини.

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікрохвильова терапія дозволяє створювати глибоке нагрівання тканин. Під час впливу мікрохвильового випромінювання на певні ділянки тіла підвищується температура, збільшується обмінна діяльність, розширюються кровоносні судини, що збільшує циркуляцію крові. При цьому відбувається прискорення загоєння тканин і посилення захисних реакцій організму. [4]

СВЧ терапія має протизапальну, бактеріостатичну та спазмолітичну дію, надає регулюючий та стимулюючий вплив на нервову, ендокринну систему та обмін речовин. Під дією мікрохвиль помічається нормалізація тону магістральних і периферичних судин, активація процесів мікроциркуляції та підвищення оксигенації крові. [5]

У лікувальній практиці використовують мікрохвилі сантиметрового і дециметрового діапазону, тому відповідно до цього розрізняють два види НВЧ-терапії, сантиметрова (СМХ-терапія) та дециметрова (ДМХ-терапія) [6]. Різницю параметрів двох видів методів наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Параметри СМХ- і ДМХ-терапії

Вид терапії	Діапазон електромагнітних коливань		Лікувальні методи	Фіксована робоча частота
	Частота	Довжина хвилі		
НВЧ-терапія	300 МГц – 3000 МГц	1 м – 10 см	ДМХ-терапія	460 МГц
	3000 МГц – 30000 МГц	10 см – 1 см	СМХ-терапія	2375 МГц

Дія мікрохвиль сантиметрового і дециметрового діапазону дещо різниться. Енергія сантиметрових хвиль проникає в тканини на глибину 5-6 см, а енергія дециметрових хвиль глибше – на 10-12 см. При впливі сантиметрових хвиль теплоутворення є більше вираженим в поверхневих шарах тканин, при впливі дециметрових хвиль воно відбувається рівномірно як в поверхневих, так і в більш глибоких тканинах. [7]

Для опромінення в дослідях використовується НВЧ-піч, що випромінює хвилі сантиметрового діапазону при частоті 2,45 ГГц. На рисунку 1.1 представлена схема блоку живлення магнетрона в НВЧ-печі.

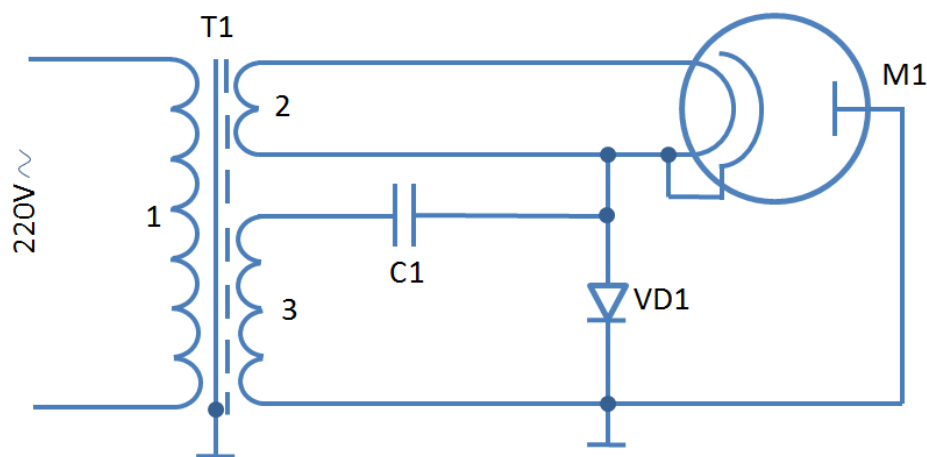


Рисунок 1.1 – Схема блоку живлення магнетрона

Блок живлення складається з високовольтного силового трансформатора Т1, конденсатора С1 і високовольтного діода VD1. Високовольтний силовий трансформатор Т1 містить три обмотки, обмотка 1 є первинною і живиться від змінної напруги мережі номіналом 220 В. Обмотка 2 є розжарювальною, а обмотка 3 – анодною. З розжарювальної обмотки знімається напруга близько 3 В, що необхідна для живлення нитки розжарення магнетрона. Анодна обмотка є підвищувальною, з неї знімається висока напруга близько 2 кВ, яка необхідна для основного живлення магнетрона. Високовольтні конденсатор і діод утворюють в парі помножувач напруги. [8]

Анод магнетрона М1, що є позитивним електродом, поєднується з корпусом печі і далі з землею. Напруга, яка знімається з анодної обмотки, являється синусоїдою, що містить позитивні та негативні півперіоди змінної напруги. Діод в схемі ввімкнений таким чином, що при надходженні з обмотки позитивного півперіоду, він відкривається і позитивна півхвиля не проходить до катода магнетрона. Тоді в ланцюзі конденсатора починає протікати струм і конденсатор починає заряджатися. Далі з анодної обмотки надходить негативний півперіод напруги і діод зачиняється, негативна півхвиля безперешкодно проходить до катода. В цей момент через магнетрон починає розряджатися конденсатор. Напруга, що надійшла з анодної обмотки трансформатора і напруга знята з конденсатора сумуються та на виході

помножувача в результаті отримуємо подвоєну напругу від'ємної полярності близько 4 кВ. Ця напруга поступає на катод і саме тому між електродами магнетрона виникає електричне поле, що необхідне для роботи магнетрона. [8]

1.2 Використання НВЧ-терапії для лікування захворювань шкіри

НВЧ-терапія за рахунок осциляторного ефекту мікрохвилі надає протизапальну, антиалергічну та імуностимулюючу дію, перешкоджає утворенню мікротромбозів та підсилює мікроциркуляцію. Через вплив поля НВЧ підвищується температура тканини, збільшуються окислювально-відновлювальні процеси та споживання кисню, посилюється кровообіг, розширюється просвіт капілярів та стимулюються регенеративні процеси. Тому правильно підібрана мікрохвильова терапія скорочує терміни, що необхідні для регенерації шкіри та лікування багатьох дерматологічних захворювань. [9]

Дана терапія є поширеною для лікування шкірних захворювань, таких як нейродерматит, псоріаз, екзема, нагноєння, алопеція, фурункул, герпес, а також дуже ефективна при таких пошкодженнях шкіри, як обмороження, порізи та рани, пришвидшуючи та полегшуючи їх загоєння [10].

Мікрохвильова терапія також використовується для абляційного лікування злоякісних новоутворень [11,12] і є ефективною при боротьбі з такими новоутвореннями шкіри вірусної етіології, як бородавки [13].

Для лікування вірусних бородавок наразі використовується апарат для мікрохвильової терапії Swift, що забезпечує точну і високо контрольовану дозу енергії. При потраплянні мікрохвиль в тканину, створюється локалізована теплова енергія, що швидко руйнує заражену тканину. Надалі оброблена тканина швидко регенерує та оновлюється. Саме цей вид лікування бородавок вважається найефективнішим, бо дає змогу проникнути на достатню глибину

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

шкіри, при цьому не завдаючи їй шкоди, доставляючи менше енергії в шкіру, ніж більшість лазерних та електрокоагуляційних процедур. [14]

Актиновий кератоз – поширене передракове захворювання шкіри, що може прогресувати до шкірної плоскоклітинної карциноми також ефективно може лікуватися мікрохвильовим опроміненням. Дев'яносто відсотків пацієнтів, яким було проведене лікування даного захворювання мікрохвильовим опроміненням, повністю або частково одужали. Принцип терапії полягає в тому, що електромагнітні хвилі збуджують молекули води, що викликає локалізовану гіпертермію [15] та прискорення хімічних реакцій [16]. Залежно від дози опромінення лікування може мати аблятивний руйнівний або неаблятивний неруйнівний ефект [17].

Хоча дана терапія може завдавати біль, але він є короточасним і тому цьому виду лікуванню все ж надають більшу перевагу, так як воно є портативним, безпечним та ефективним [17].

1.3 Види грибків та їх вплив на стан організму людини

Найбільш відомими збудниками шкірних захворювань у людини серед грибків є понад 40 видів дріжджів, що відносяться до основних родів – *Candida*, *Saccharomyces*, *Rhodotorula*, *Cryptococcus*, *Trichosporon* і *Malassezia*. З кожним роком список опортуністичних видів дріжджів поповнюється, що обумовлено зростанням числа людей з порушеною функцією імунної відповіді організму. [18]

При впливі грибкових інфекцій на організм відзначаються ураження волосистої частини голови, гладкої шкіри та нігтів, ураження шкіри часто супроводжуються розвитком вираженого запалення. При проникненні збудників в дихальні шляхи або травний тракт є можливим ураження також внутрішніх органів. [19]

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним з найбільш поширених захворювань, що спричинене грибковою інфекцією, є грибок нігтів. Грибки є дуже активними і можуть місяцями виживати в шкірних лусочках. Спочатку клітини грибка потрапляють на шкіру, розмножуються, поширюються по ній і за сприятливих умов потрапляють в нігтьову пластину. Згодом грибок вражає всі частини нігтя і переходить на інші нігті або шкіру. Грибок нігтів – це вогнище і джерело інфекції для зараження інших частин тіла. Навіть якщо постійно лікувати грибок на шкірі традиційними методами лікування, то через збереження вогнища інфекції в нігтях, може настати повторне зараження шкіри. Тому повне знищення грибка є дуже важливим для припинення розповсюдження інфекції. При відсутності правильного лікування, грибкове ураження нігтів приймає важкий характер: нігтьові пластинки потовщуються, що ускладнює носіння взуття і догляд за нігтями. Також наявність пошкоджених нігтьових пластинок на ногах може призводити до ран і до більш серйозних бактеріальних інфекцій. Крім того тривале співіснування людини з грибком веде до сенсibilізації до білків грибка, що є чужорідними для людини. Це може призводити до розвитку або погіршення перебігу таких захворювань як бронхіальна астма, алергічного дерматиту та мікробної екземи. [20]

1.4 Вплив НВЧ-випромінювання на грибки

При опроміненні живих організмів мікрохвилі виробляють два типи ефектів: тепловий і нетепловий. Уява про нетепловий вплив мікрохвиль виникла з експериментів, в яких грибкові культури були ефективніше знищені за допомогою мікрохвильового опромінювання, ніж за допомогою інших методів нагріву при такій самій температурі [21]. Однак механізм нетеплової дії мікрохвиль досі остаточно не вивчений і потребує додаткових дослідів.

Вплив мікрохвиль на ріст мікроорганізмів, в першу чергу залежить від частоти випромінювання та загальної енергії, поглиненої мікроорганізмами. Коли мікрохвильові печі застосовуються на певних частотах, з високою енергією та протягом досить тривалого періоду часу, їх тепловий вплив, швидше за все, є домінуючим та вбиває грибкові клітини. [22]

Оптимальна температура для росту грибків лежить в межах 25-35 °С. При цій температурі значення активності грибків є найвищим. За температур, що є вищими за даний діапазон, грибова активність швидко знижується, а при температурах близьких до 50 °С ріст грибкових колоній припиняється, оскільки високі температури впливають на білок, який входить до складу клітини грибка. Клітинна мембрана грибка складається з двох шарів білка і під час впливу мікрохвильового опромінення високої потужності відбувається згортання білка, що впливає на проникність клітинної мембрани і таким чином на всі життєво важливі процеси. [23]

Висновки до розділу 1

Описано один з методів мікрохвильової терапії – метод СМХ-терапії, який має особливість проникати на невелику глибину і теплоутворення для нього є більш вираженим. Саме цей метод можна використовувати для лікування таких захворювань, як грибкові інфекції, адже вони припиняють свій ріст і активність при високих температурах.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НВЧ-ТЕРАПІЇ НА ГРИБКОВІ ІНФЕКЦІЇ

2.1 Підготовка матеріалу для дослідів

2.1.1 Критерії вибору окремих видів грибів для досліджень

Серед грибків немає таких патогенних видів, які можуть розмножуватися тільки в організмі людини. Однак, у природних місцях зустрічаються умовно-патогенні дріжджі, що можуть інфікувати людей з ослабленим імунітетом. До основних таких захворювань відноситься кандидоз, викликаний деякими видами грибів роду *Candida* та *Saccharomyces*, і геотрихоз, збудниками якого є дріжджі роду *Cryptococcus*. [24]

Для досліджень були обрані два види дріжджових грибків – *Geotrichum Candidum*, що відноситься до роду *Cryptococcus*, та *Saccharomyces Cerevisiae* з роду *Saccharomyces*. Обидва види грибків є доступними для використання, швидкозростаючими і несуть небезпеку лише для організмів людей з ослабленим імунітетом, тому їх культивування було безпечним та зручним. [25]

Geotrichum Candidum – дріжджовий умовно-патогенний гриб, який у людей з ослабленою резистентністю виявляє захворювання геотрихоз – мікоз, що вражає шкіру, ротову порожнину та дихальні шляхи. Даний грибок активно використовують у виробництві таких сортів сирів, як Брі та Камамбер, та ряду кисломолочних продуктів. Колонії ростуть зі швидкістю 5-7 мм за добу при оптимальній температурі 25-30 °C. [26]

Saccharomyces Cerevisiae – вид одноклітинних грибків (дріжджів), що широко використовується у виробництві алкогольної та хлібопекарської продукції, а також в наукових дослідженнях. Оптимальна температура для росту *Saccharomyces Cerevisiae* складає 30-35 °C, при ній колонії ростуть зі швидкістю 2-3 мм за добу. Даний вид являє собою опортуністичний патоген з порівняно низькою вірулентністю і може викликати у людини інфекційне

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

захворювання шкіри або слизових оболонок лише при деяких умовах, наприклад, при зниженому імунітеті. [26]

2.1.2 Створення оптимальних умов для росту грибків

Один з найпоширеніших видів лабораторного посуду для культивування грибків є чашка Петрі. Вона являє собою невелике плоске блюдо діаметром 50-100 мм та висотою 15-20 мм з кришкою, що щільно прилягає до блюда, але є трішки більшою за розміром. Виготовляють чашки Петрі або з прозорого скла (для багаторазового застосування кожен раз потрібно стерилізувати чашки перед використанням), або з нейтрального пластику, прозорого полістиролу (для одноразового застосування). Ці матеріали дозволяють безперешкодно візуально спостерігати за їх вмістом. [27]

Для даного дослідження були обрані 22 чашки Петрі з діаметром дна 100 мм, діаметром кришки 110 мм, висотою 20 мм та вироблені з нейтрального скла. Хоча полістиролові чашки є більш зручними у використанні, саме скло було обраним в якості матеріалу, оскільки є більш екологічним матеріалом і може використовуватися повторно, а також лише скло може піддаватися мікрохвильовому опроміненню [28].

Оскільки скляні чашки Петрі не були упаковані в стерильні тубуси, вони потребували додаткової стерилізації перед використанням. Для цього перед стерилізацією лабораторний посуд був помитий та висушений, а потім був оброблений сухим жаром в електричній духовій печі при температурі 180 °C протягом 60 хвилин. [29]

З метою культивування даний лабораторний посуд зі скла заповнювався субстанцією, так званим живильним середовищем, для швидкого росту грибків. Найбільш відповідним середовищем для обраних видів мікроорганізмів виступає Сабура агар – готове живильне середовище, яке в складі має 4%

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

глюкози, що є оптимальним для розвитку грибків і дріжджів. Пептон служить джерелом азотних речовин, а дріжджовий екстракт пришвидшує зростання, забезпечуючи мікроорганізми готовими складними органічними сполуками. Принцип дії даного середовища полягає у сприянні прискоренню зростання мікроорганізмів завдяки глюкозі у високій концентрації. В той же час ферментативний пептон і дріжджовий екстракт забезпечують мікрофлору білками. [30]

Склад Сабуро-агара:

- глюкоза – 40 г/л;
- пептон ферментативний – 9 г/л;
- агар мікробіологічний – 10 г/л;
- натрію – 5 г/л;
- дріжджовий екстракт – 1 г/л.

Для приготування живильного середовища для 22 чашок Петрі були розчинені 120 г порошку Сабуро-агара в 2000 мл очищеної води. Розчин був прокип'ячений протягом 3 хвилин до повного розчинення компонентів. Далі розчин був оброблений сухим жаром в електричній духовій печі при температурі 120 °С протягом 15 хвилин, охолоджений до 45-50 °С і розлитий в стерильні чашки Петрі товщиною 10-12 мм. Підсаджування грибків проводилося в чашки Петрі кімнатної температури після повного затвердіння живильного середовища. [31]

Розрізняють два способи культивування мікроорганізмів: поверхневе і глибинне. При поверхневому культивуванні для вирощування грибів мікроорганізми вирощують на поверхні тонкого шару середовища. При глибинному культивуванні культуру вносять безпосередньо у саме середовище по всьому його об'ємі. [32]

Глибинний вид має ряд переваг: потребує менше площі, має меншу ймовірність інфікування та його легше контролювати. Але в даному

дослідженні було використане поверхнєве культивування, оскільки грибки за звичайних умов вражають саме поверхню шкіри. [33]

В 10 чашок Петрі було підсаджено культуру *Saccharomyces Cerevisiae*, що являє собою пекарські дріжджі, а в інші 10 чашок – *Geotrichum Candidum*, що утворює білу плісняву сиру Камамбер. Площа посіву в середньому складала 1 см² для кожної чашки. Після закінчення процесу посіву грибків в живильне середовище, чашки були закриті кришками, запечатані клейкою стрічкою та підписані в залежності від виду культури. Чашка Петрі з живильним середовищем та підсадженим *Saccharomyces Cerevisiae* зображена на рисунку 2.1, а підсаджений в чашку *Geotrichum Candidum* – на рисунку 2.2.



Рисунок 2.1 – Культивування *Saccharomyces Cerevisiae* (пекарських дріжджів)



Рисунок 2.2 – Культивування *Geotrichum Candidum* (білої плісняви сиру Камамбер)

Для підтримки оптимальних умов росту грибків чашки Петрі були поміщені в коробку та термосумку, накриті непроникною для світла тканиною та підігрівалися теплом від лампи розжарювання, що знаходилася над термосумкою [34].

Температура оточуючого повітря вимірювалася за допомогою електронного термометра та підтримувалася на рівні 27-31 °С. [34]

Останні дві чашки Петрі були залишені для контрольних зразків і зберігалися в холодильній камері до підсадження культур, що відбувалося за 4 дні до проведення контрольних дослідів.

2.1.3 Вирощування грибків різних видів

Готові для дослідів культури грибків повинні збільшитися в розмірах в декілька разів. Для культури *Geotrichum Candidum* знадобилося лише 2-3 дні для досягнення потрібних розмірів, оскільки цьому виду грибків притаманний швидкий ріст навіть за температури нижче 27 °С.

Для культури *Saccharomyces Cerevisiae* знадобилося більше часу для досягнення потрібних розмірів – 3-4 дні. Це відбувається через повільніше зростання колоній цього виду. Процес зростання колоній на третій день зображено на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Стан колоній на третій день

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Основні параметри опромінювання грибків

Розрізняють три різних дозування мікрохвильової терапії: малу (20-40 Вт, слабо відчувається тепло), помірну (40-50 Вт, хворий відчуває легке, приємне тепло) та інтенсивну (60-70 Вт, хворий відчуває виразне тепло). При будь-якому дозуванні НВЧ-терапії хворий не повинен відчувати перегріву. Тому дуже важливо підібрати оптимальні мінімальні значення потужності та тривалості випромінювання, які будуть припиняти ріст грибків, але в той же час при яких буде відбуватися найменший вплив на шкіру людини і організм в цілому. [35]

Для проведення опромінювання чашок Петрі з грибками використовувалася мікрохвильова піч з вихідною (корисною) потужністю магнетрона – 650 Вт. Так як в апаратах для мікрохвильової терапії використовується менша потужність (20-70 Вт), то задачею було понизити вихідну потужність мікрохвильової печі. Для пониження вихідної потужності магнетрона слід зменшити ємність конденсатора С1 в блоці живлення магнетрона, схема якого була розглянута на рисунку 2.4. Для проведення першого дослідів був обраний конденсатор ємністю 0,1 мкФ, який замінив вбудований конденсатор ємністю 1 мкФ. В результаті заміни конденсатора вихідна потужність зменшилася до 40 Вт. Для другого дослідів були використані декілька конденсаторів (рис. 2.4).

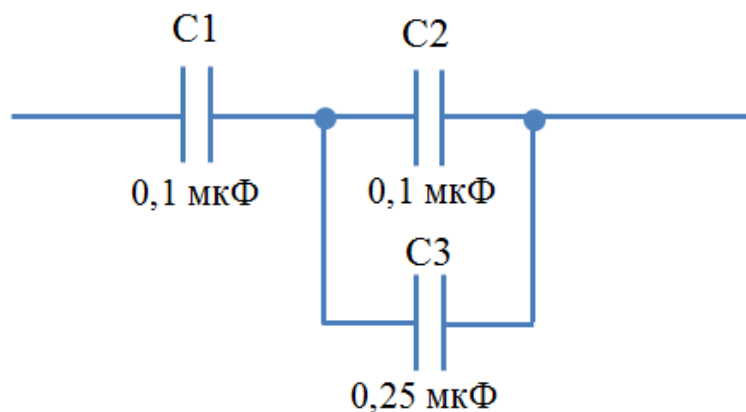


Рисунок 2.4 - З'єднання конденсаторів для другого дослідів

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуючи формули для послідовного та паралельного з'єднання конденсаторів, знайдемо значення загальної ємності:

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2 + C_3}} = \frac{1}{\frac{1}{0,1} + \frac{1}{0,1 + 0,25}} = 0,077 \text{ (мкФ)}$$

В результаті було отримано ємність 0,077 мкФ, а потужність магнетрона зменшилася до 25 Вт. На рисунках 2.5 та 2.6 наочно демонструються приєднання конденсаторів для першого та другого дослідів.



Рисунок 2.5 – Приєднання конденсатора ємністю 0,1 мкФ



Рисунок 2.6 – Приєднання конденсатора ємністю 0,077 мкФ

Для експериментального розрахунку потужності випромінювання при даних конденсаторах використовувалася формула для знаходження кількості теплоти та формула для теплової потужності.

Формула для знаходження кількості теплоти:

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1), \quad (2.1)$$

де Q – кількість теплоти,

c – питома теплоємність речовини,

m – маса речовини,

T_2 – температура після нагрівання,

T_1 – температура перед нагріванням.

Формула для знаходження потужності:

$$P = \frac{Q}{t} \quad (2.2)$$

де Q – кількість теплоти,

t – час опромінення.

Підставивши формулу (2.1) у формулу (2.2), отримаємо:

$$P = \frac{m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)}{t} \quad (2.3)$$

Для обох розрахунків потужностей випромінювання використовувалося 0,5 л води, наливої в пластикову пляшку з питомою теплоємністю $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, що нагрівалася впродовж 180 с в першому досліді та 360 с в другому досліді. Різницю температур для першого досліді отримали $3,5 ^\circ\text{C}$, а під час другого досліді – $4,3 ^\circ\text{C}$. Розрахуємо потужність випромінювання для двох дослідів:

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_1 = \frac{0,5 \cdot 4200 \cdot 3,5}{180} = 40 \text{ (Вт)}$$

$$P_2 = \frac{0,5 \cdot 4200 \cdot 4,3}{360} = 25 \text{ (Вт)}$$

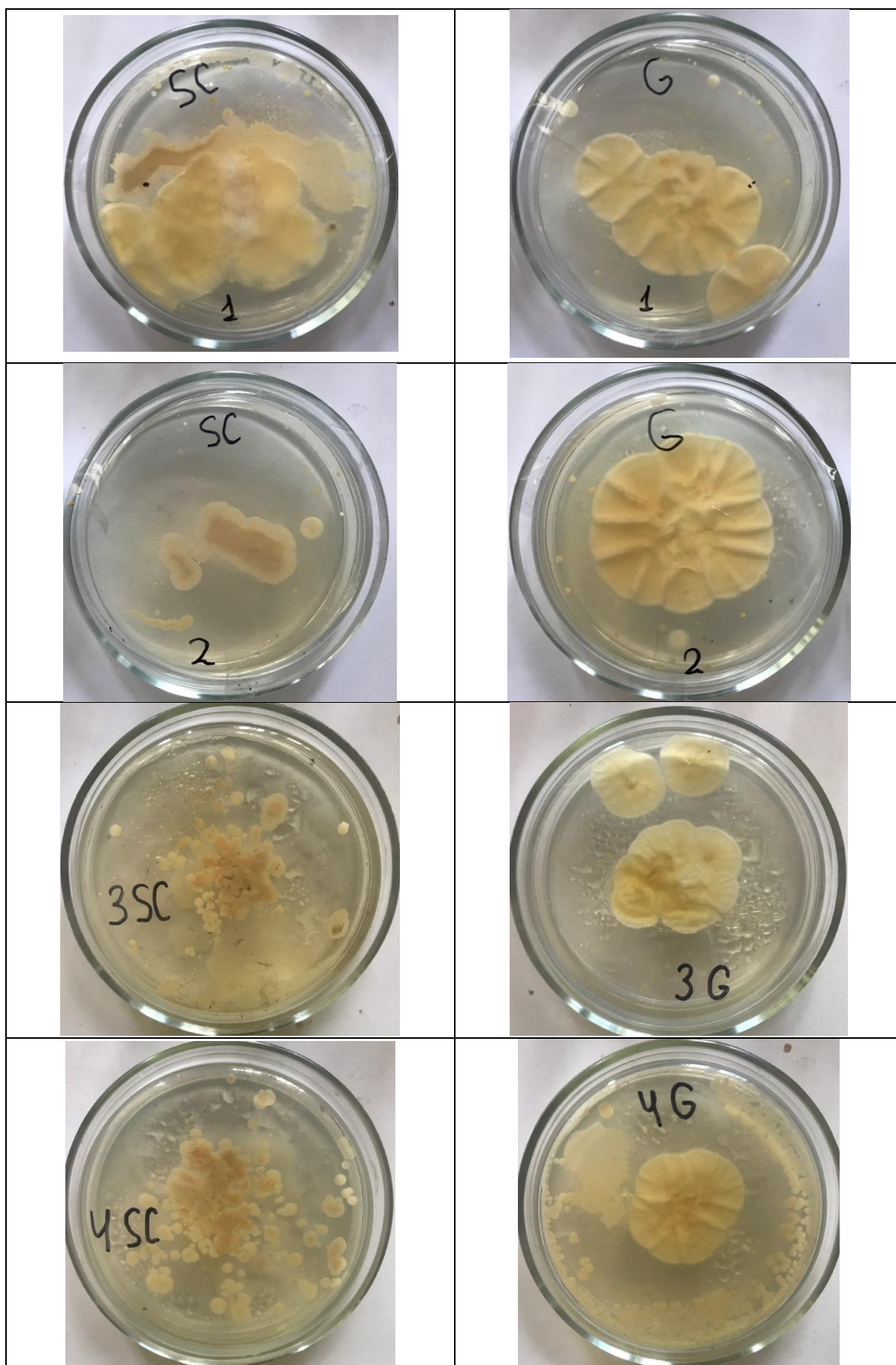
Обираючи час проведення опромінення при різних потужностях, задачею було досягнення температури нагрівання живильного середовища та підсаджених культур, яка буде летальною для продовження росту колонії грибків, але в той самий час – безпечною для шкіри людини [36].

2.3 Проведення опромінювання при різних параметрах

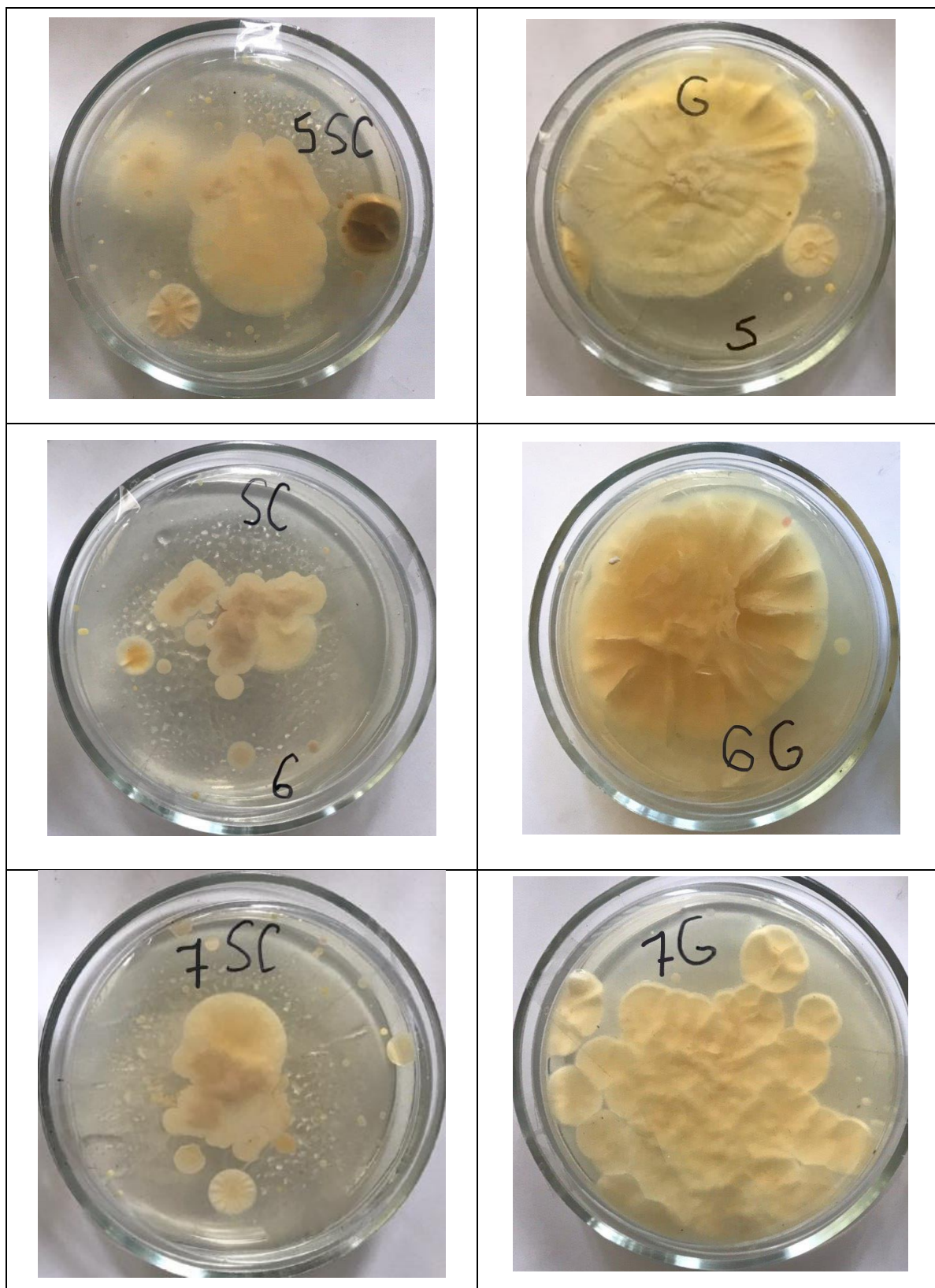
Під час першого досліду при потужності 40 Вт опромінювалися 5 чашок Петрі з грибом *Saccharomyces Cerevisiae* (чашки позначені літерами SC) та 5 чашок Петрі з *Geotrichum Candidum* (чашки позначені літерою G) впродовж різного часу: 98 с, 120 с, 135 с, 150 с та 180 с. Дослід проводився для кожної чашки окремо.

Під час другого досліду при потужності 25 Вт опромінювалися 5 чашок Петрі з грибом *Saccharomyces Cerevisiae* (чашки позначені літерами SC) та 5 чашок Петрі з *Geotrichum Candidum* (чашки позначені літерою G) впродовж різного часу: 157 с, 192 с, 250 с, 310 с та 370 с. Дослід проводився для кожної чашки окремо. Стан грибків до експерименту демонструється в таблиці 2.1. Буквами SC позначені грибки виду *Saccharomyces Cerevisiae*, а буквою G – *Geotrichum Candidum*.

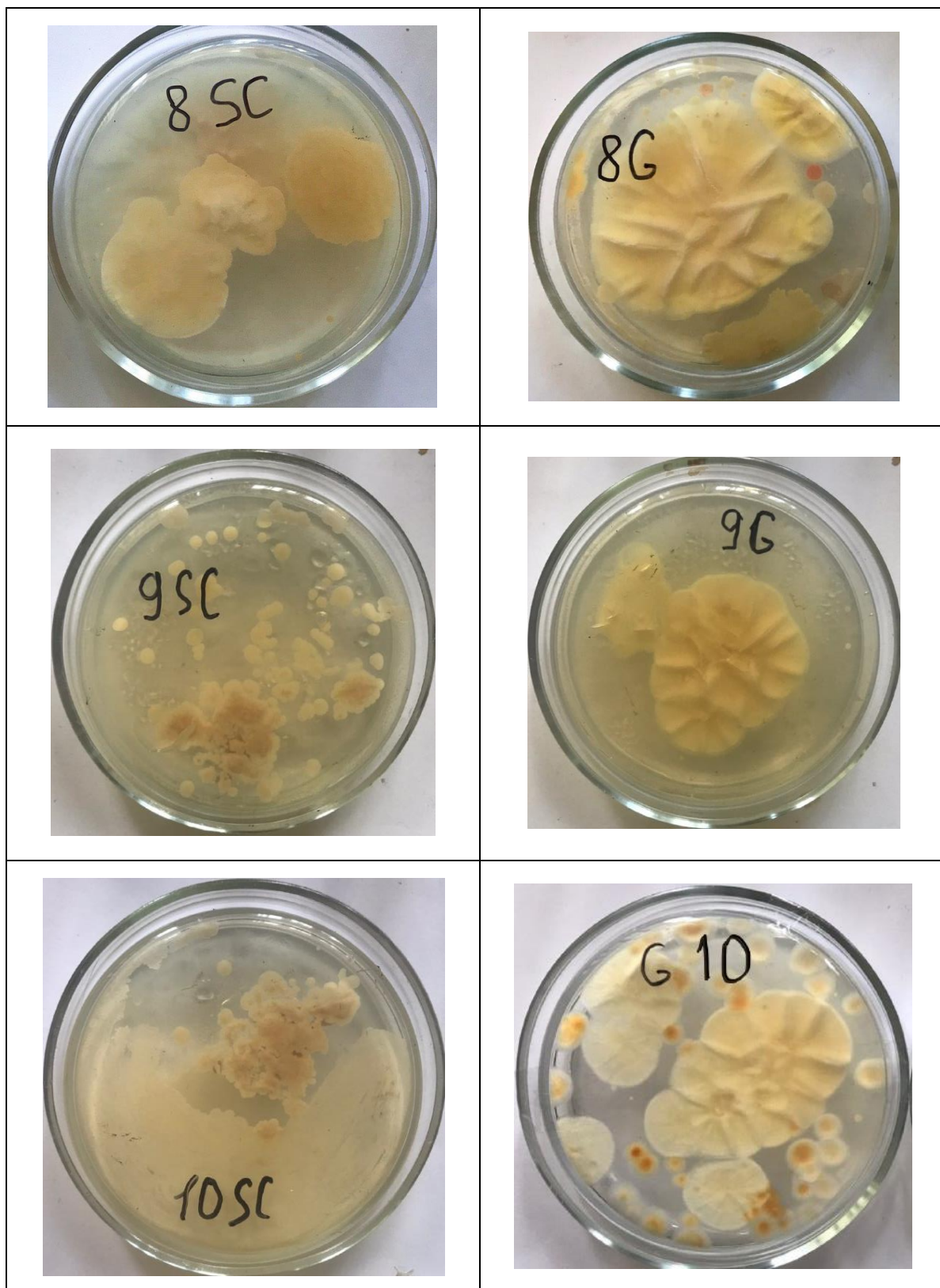
Таблиця 2.1 – Зображення грибків до дослідів



Продовження таблиці 2.1



Продовження таблиці 2.1



Температура нагрітого середовища чашки після опромінення в залежності від потужності та тривалості опромінення, яка вимірювалася аналоговим термометром, подана у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Таблиця проведених дослідів

Вид	№ зразка	Час опромінення, с	Потужність, Вт	Температура нагрітого середовища, °C
SC	1	98	40	36
	2	120		42
	3	135		45
	4	150		47
	5	180		50
	6	157	25	29
	7	192		35
	8	250		39
	9	310		43
	10	370		48
G	1	98	40	35
	2	120		42
	3	135		44
	4	150		47
	5	180		49
	6	157	25	30
	7	192		34
	8	250		40
	9	310		43
	10	370		47

Беручи до уваги результати вимірів температури нагрітого середовища, можемо зробити висновок, що опромінювання з такими значеннями параметрів буде безпечним для шкіри людини.

Після опромінення контури зразків були обведені маркером для зручного спостереження за подальшим ростом грибків. Далі чашки були знов поміщені у термосумку під лампу на 4 дні при температурі 27-31 °C.

2.4 Використання програми SPSS для статистичного аналізу

В даний час існує безліч програмних засобів для статистичної обробки даних. Одним з найбільш популярним серед них є пакет SPSS (Statistical Package for Social Science – статистичний пакет для соціальних наук), який має

великий вибір функцій для аналізу і обробки даних. Він надає користувачеві умови для коректної статистичної обробки емпіричних даних та формування баз даних. Застосовується також при створенні звітів, розширюючи можливості за поданням результатів статистичної обробки в текстовій, табличній і графічній формах. Крім того, SPSS надає широкий спектр існуючих статистичних методів, який вдало поєднується з великою кількістю зручних засобів візуалізації результатів обробки. [37]

Використовуючи дану програму є можливість провести статистичний аналіз отриманих даних в ході експерименту та визначити відповідні значення параметрів для найбільш ефективного опромінення грибків.

Висновки до розділу 2

Одним зі шляхів знищення грибків є вплив на них мікрохвилями з правильно підібраними значеннями параметрів опромінення. Для перевірки цього методу були проведені дослід з опромінювання заздалегідь підготовлених колоній двох видів з використанням різної потужності і тривалості а також розглянуто можливість застосування програми для статистичної обробки даних SPSS для подальшого статистичного аналізу на основі отриманих результатів.

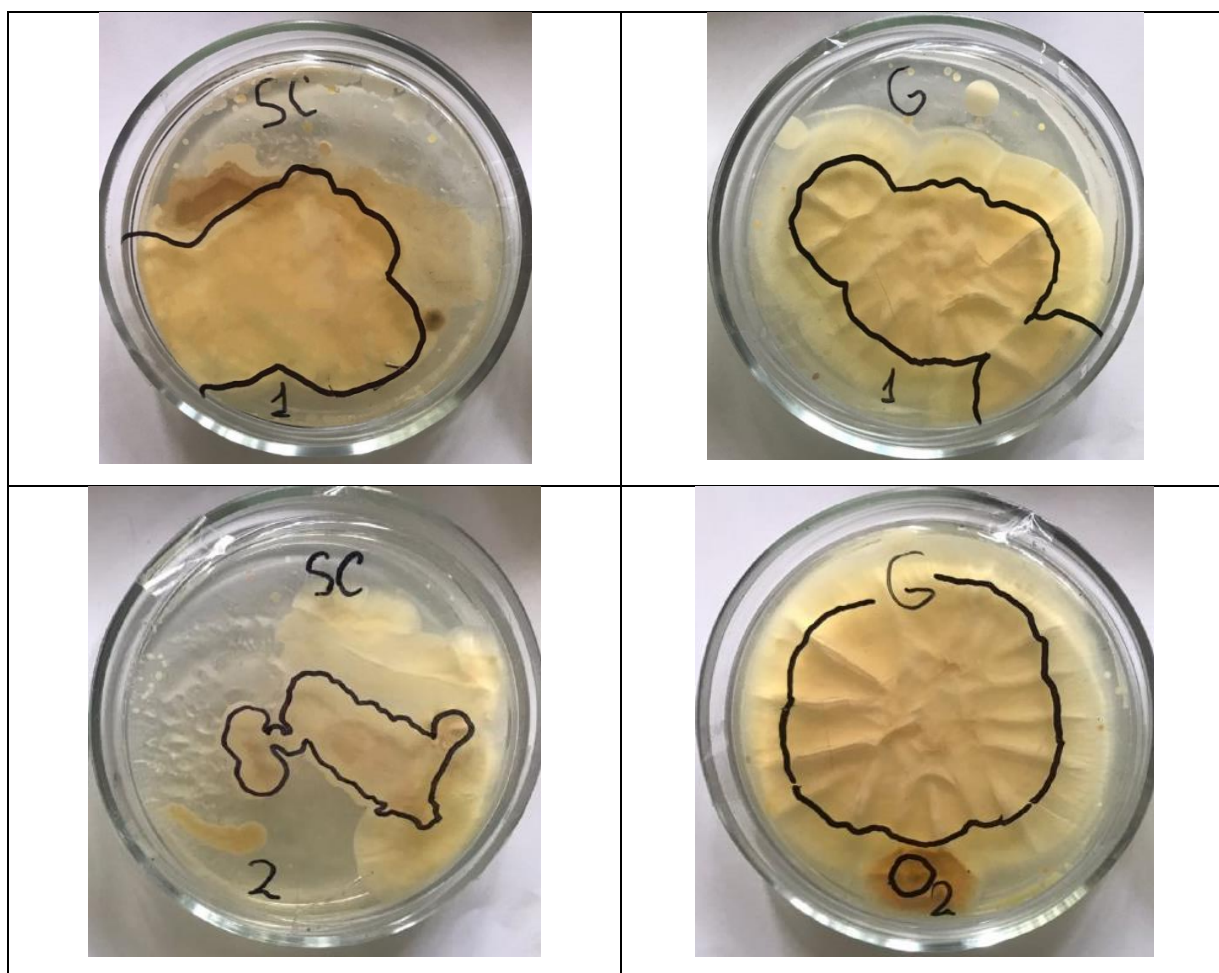
РОЗДІЛ 3

ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІКУВАННЯ ГРИБКОВИХ ІНФЕКЦІЙ

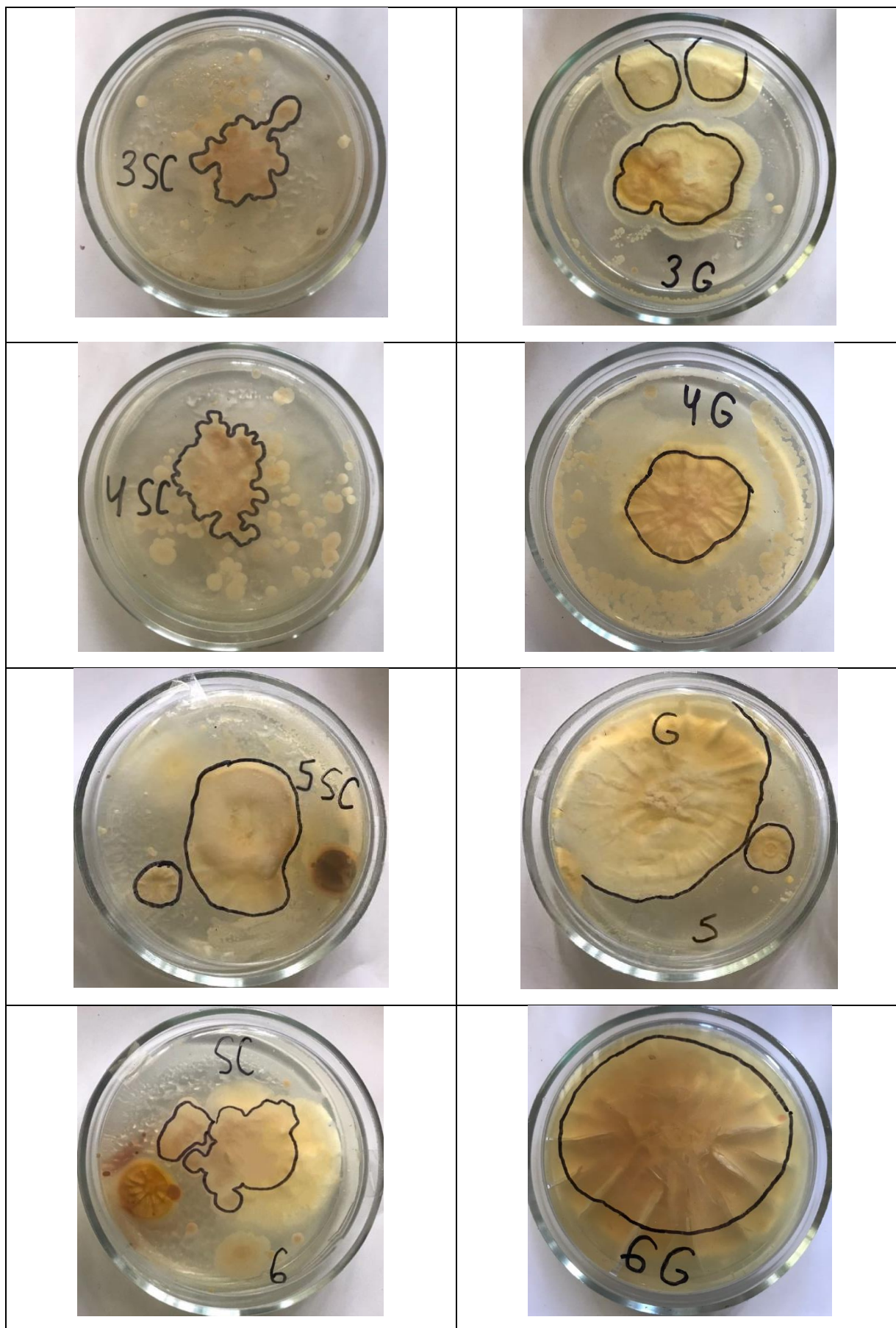
3.1 Аналіз результатів впливу умов на ріст грибків

Через чотири дні після опромінення грибків чашки були досліджені на наявність росту колоній. Стан колоній двох видів грибків демонструється у таблиці 3.1. Буквами SC позначені грибки виду *Saccharomyces Cerevisiae*, а буквою G – *Geotrichum Candidum*.

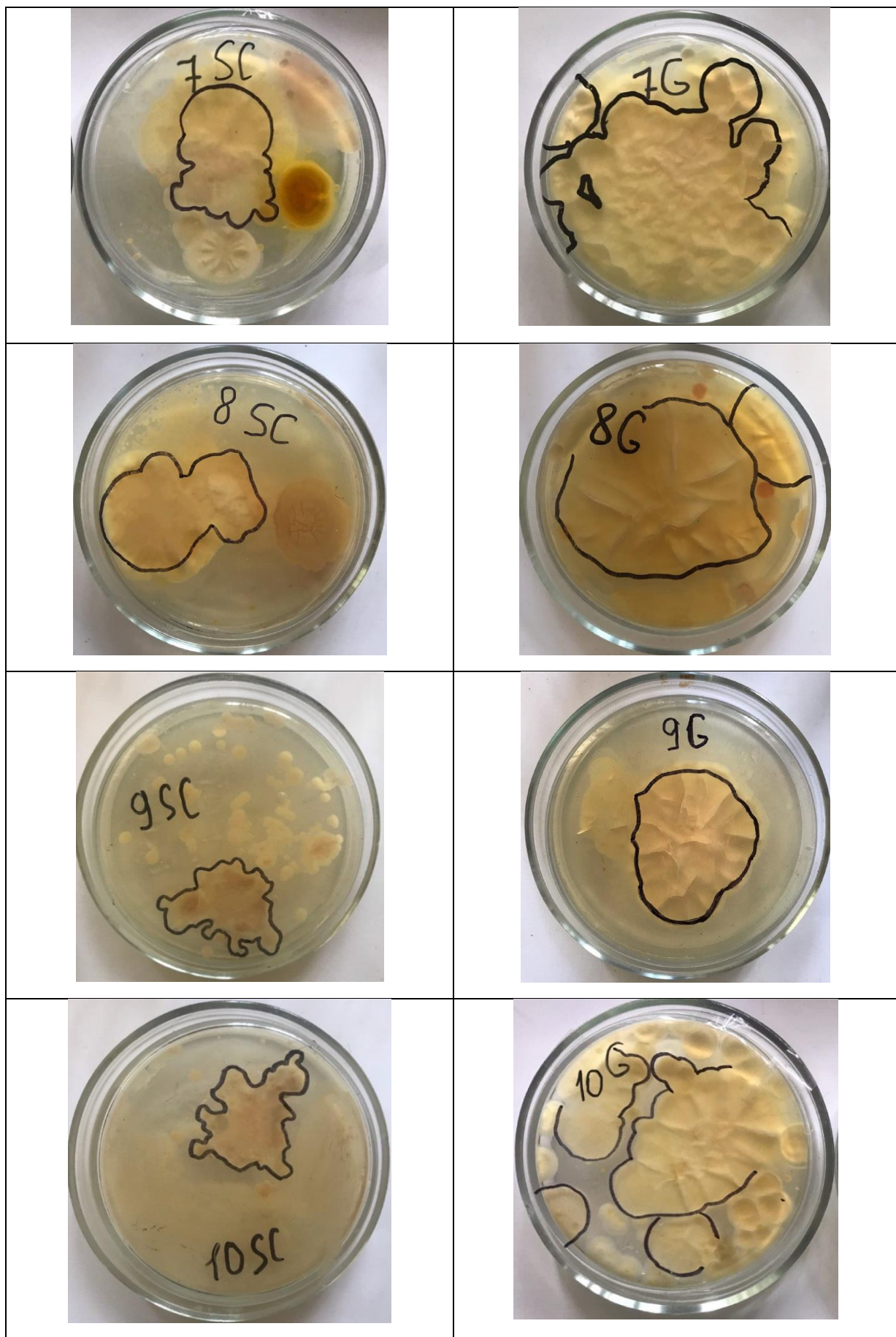
Таблиця 3.1 – Зображення грибків після дослідів



Продовження таблиці 3.1



Продовження таблиці 3.1



Ріст кожного зразка за чотири дні був перерахований у відсотки відносно площі колонії одразу після опромінення і поданий у графіках відносно тривалості опромінення на рисунку 3.1 для першої потужності – 40 Вт і на рисунку 3.2 для другої потужності – 25 Вт.

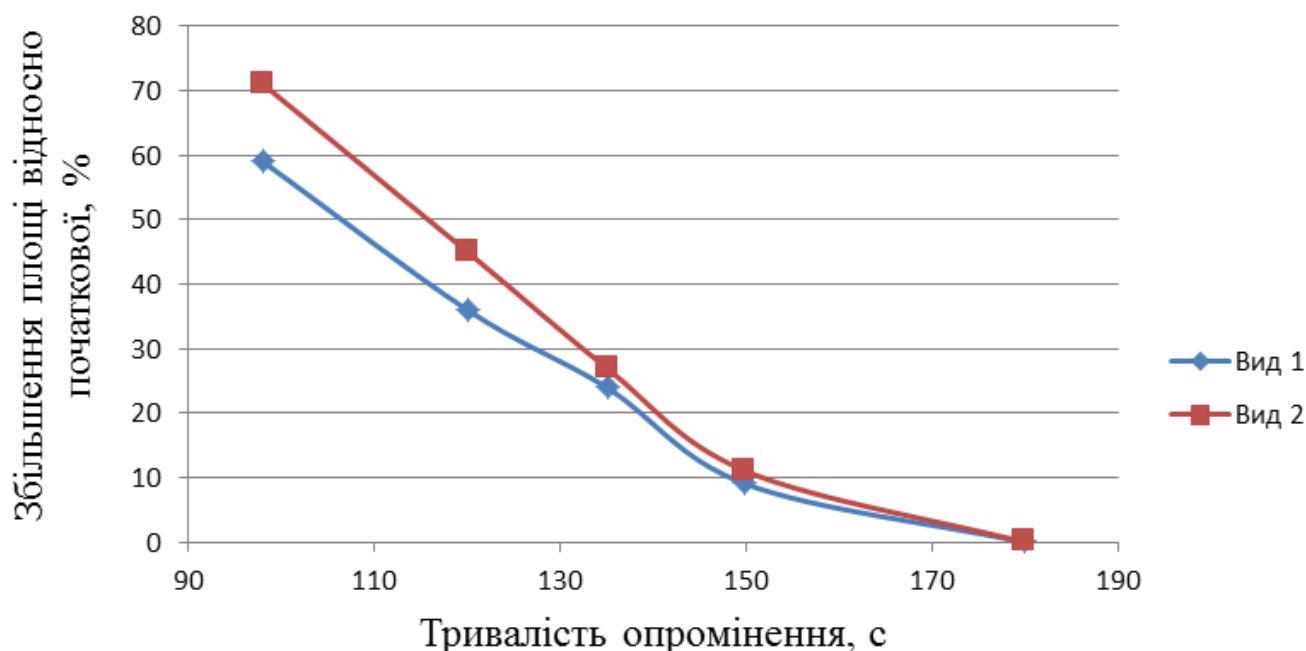


Рисунок 3.1 – Графік залежності збільшення площі колоній від тривалості їх опромінення при 40 Вт

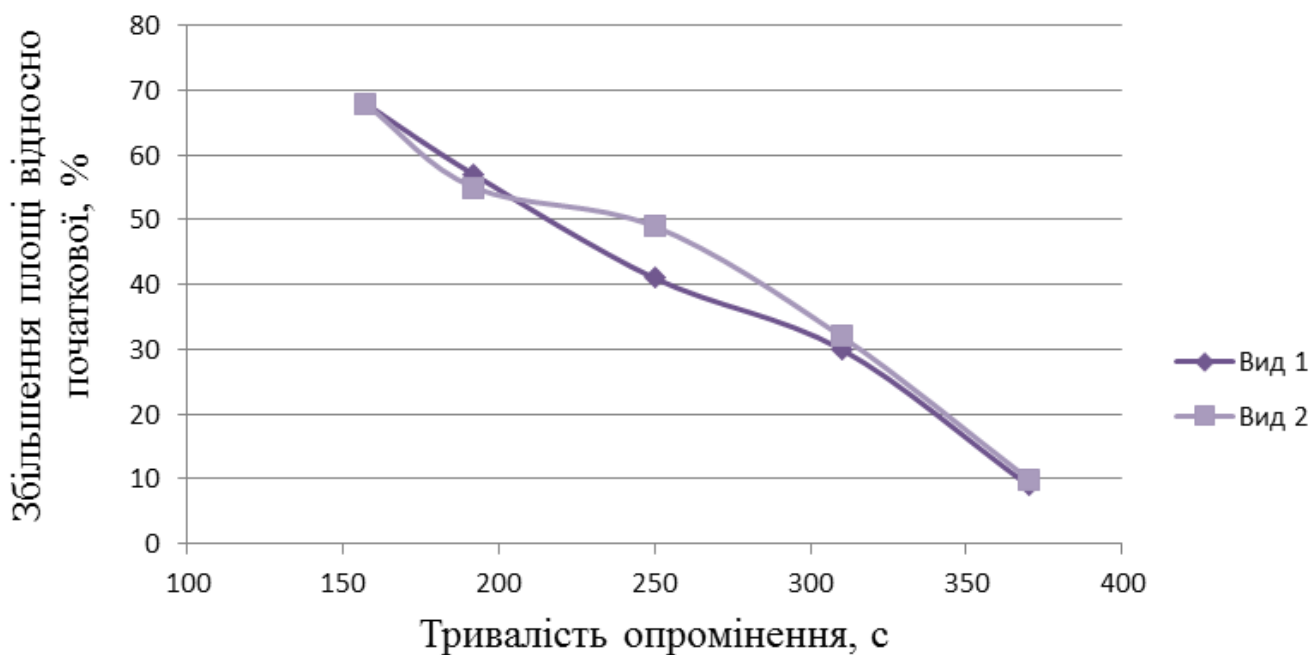


Рисунок 3.2 – Графік залежності збільшення площі колоній від тривалості їх опромінення при 25 Вт

На рисунку 3.3, зображена база даних в програмі SPSS для подальшого статистичного аналізу. В базі даних номером 1 позначається грибок виду *Saccharomyces Cerevisiae*, а номером 2 – *Geotrichum Candidum*. Потужність подана у Вт, тривалість в секундах, а ріст у відсотках відносно розміру колонії одразу після проведення дослідів.

	Вид	Потужність	Тривалість	Температура	Ріст
1	1	40	98	36	59,0
2	1	40	120	42	36,0
3	1	40	135	45	24,0
4	1	40	150	47	9,0
5	1	40	180	50	,0
6	1	25	157	29	68,0
7	1	25	192	35	57,0
8	1	25	250	39	41,0
9	1	25	310	43	30,0
10	1	25	370	48	9,0
11	2	40	98	35	71,0
12	2	40	120	42	45,0
13	2	40	135	44	27,0
14	2	40	150	47	11,0
15	2	40	180	49	,0
16	2	25	157	30	68,0
17	2	25	192	34	55,0
18	2	25	250	40	49,0
19	2	25	310	43	32,0
20	2	25	370	47	10,0

Рисунок 3.3 – База даних в програмі SPSS

По отриманим результатам можна зробити висновок, що проведене опромінення діяло негативно на ріст всіх зразків, з підвищенням тривалості опромінення ріст колоній сповільнювався. Але повністю активність припинилася тільки при опроміненні з потужністю 40 Вт впродовж 180 с.

3.2 Створення прогностичної моделі з оптимальними параметрами для опромінення патологічних зон

Для створення прогностичної моделі була обрана лінійна регресія, яка оцінює коефіцієнти лінійного рівняння, що містить одну або кілька незалежних змінних та які дозволяють найкращим чином передбачити значення залежної змінної.

В якості незалежних змінних виступають потужність опромінювання та його тривалість, в якості залежної змінної – ріст колоній після опромінення. Для даного аналізу найкраще підходить метод Enter, при якому всі змінні блоку вводяться за один крок.

Результати побудови лінійної моделі між залежною та незалежними змінними для першого виду грибків представлені у таблицях 3.2-3.3.

Таблиця 3.1 – Зведення для моделі зі значенням R^2 для першого виду

Моделі	R	R-квадрат	Скорегований R-квадрат
1	0,907	0,822	0,772

Таблиця 3.2 – Отримані коефіцієнти для рівняння та значеннями VIF для першого виду

Моделі		Нестандартизовані коефіцієнти		Статистика колінеарності	
		B	Стандартна помилка	Допуск	VIF
1	(Константа)	211,495	31,699		
	Потужність	-3,559	0,673	,487	2,055
	Тривалість	-0,319	0,061	,487	2,055

Якість отриманої моделі оцінюється за показником коефіцієнта детермінації, який знаходиться в межах від 0 до 1. З рисунка 3.4 видно, що R^2 приймає значення 0,822, що свідчить про високу ступінь взаємозв'язку між фактичними та передбаченими значеннями.

Позначимо змінну «Ріст» як y , а незалежні змінні «Тривалість» та «Потужність» позначимо як x_1 та x_2 відповідно. Тоді рівняння регресії для прогнозування значення «Ріст» для першого виду виглядатиме наступним чином:

$$y_1 = (-0,319) \cdot x_1 + (-3,559) \cdot x_2 + 211,495 \quad (3.1)$$

Результат діагностики колінеарності можемо отримати з таблиці 3.2 в стовпчиках «Статистика колінеарності». Якщо значення VIF (Variance Inflation Factor) біля кожної незалежної змінної менше 10, то ефекту мультиколінеарності не спостерігається та регресійна модель допустима для подальшої роботи. В нашому випадку значення VIF відповідають потрібним.

Останнім кроком під час аналізу моделі є аналіз залишків, тобто відхилень спостережуваних значень від очікуваних теоретично. Залишки повинні з'являтися випадково і підкорятися нормальному розподілу [37]. Перевірка розподілу стандартизованих залишків на нормальність показала достатнє узгодження гістограми залишків, яка зображена на рисунку 3.4 з нормальним розподілом.

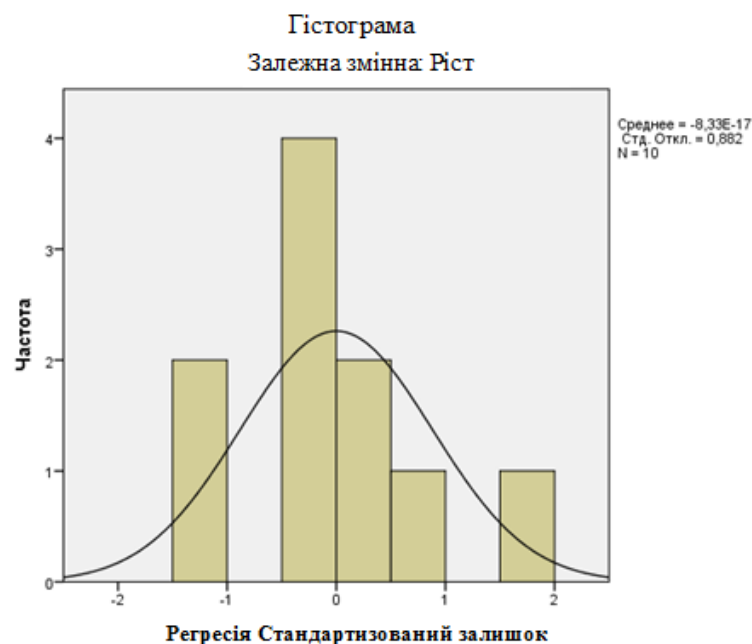


Рисунок 3.4 – Гістограма розподілу змінної «Ріст» для першого виду

Результати побудови лінійної моделі між залежною та незалежними змінними для другого виду грибків представлені у таблицях 3.3-3.4.

Таблиця 3.3 – Зведення для моделі зі значенням R^2 для другого виду

Моделі	R	R-квадрат	Скорегований R-квадрат
2	0,845	0,715	0,633

Таблиця 3.4 – Отримані коефіцієнти для рівняння та значеннями VIF для другого виду

Модель		Нестандартизовані коефіцієнти		Статистика колінеарності	
		В	Стандартна помилка	Допуск	VIF
2	(Константа)	211,499	42,819		
	Потужність	-3,400	0,909	,487	2,055
	Тривалість	-0,327	0,082	,487	2,055

З таблиці 3.3 видно, що R^2 приймає значення 0,715, що свідчить про достатньо високу ступінь взаємозв'язку між фактичними та передбаченими значеннями але вона є меншою ніж для першого виду. Для другого виду значення VIF також є більшими 10, тому регресійна модель допустима для подальшої роботи.

Рівняння регресії для прогнозування значення «Ріст» для другого виду виглядатиме наступним чином:

$$y_2 = (-0,327) \cdot x_1 + (-3,400) \cdot x_2 + 211,499 \quad (3.2)$$

З рисунка 3.5 можна побачити, що стандартизовані залишки для другого виду грибка не відповідають нормальному розподілу, але недалеко від нього.

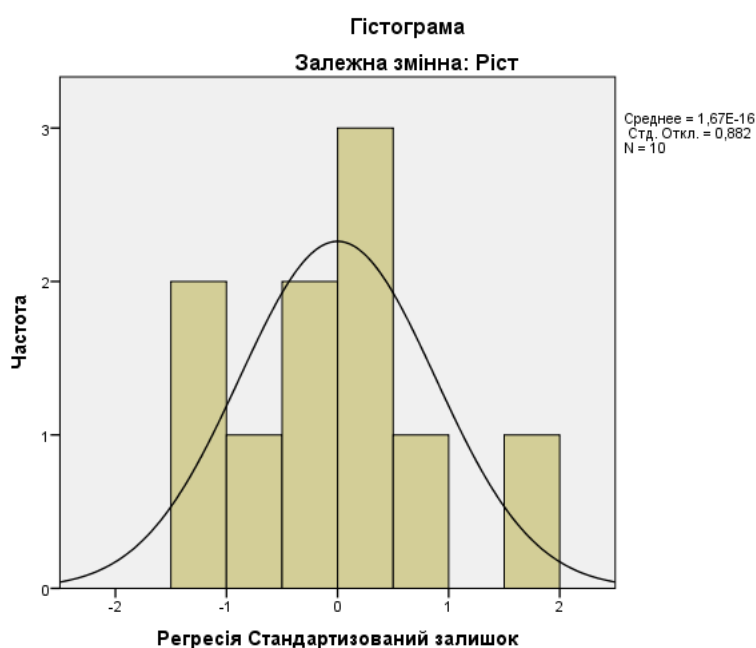


Рисунок 3.5 – Гістограма розподілу змінної «Ріст» для другого виду

3.3 Перевірка точності створеної прогностичної моделі при повторних дослідженнях

Використовуючи отримані рівняння для двох видів грибків, є можливість підібрати оптимальні значення параметрів опромінення. Оскільки для потужності 40 Вт вже були досягнуті результати з повним припиненням росту колоній, то для перевірки на контрольних зразках в рівняння підставлялася потужність 25 Вт, а потрібна тривалість опромінення вираховувалася з рівняння з підставленими змінними, де y (ріст) = 0, x_2 (потужність) = 25, тоді оптимальна тривалість опромінення для першого виду:

$$x_1 = \frac{211,495 - 3,559 \cdot 25}{0,319} = 384 \text{ (с)}$$

Для другого виду в рівняння також підставлялися значення y (ріст) = 0, x_2 (потужність) = 25, тоді оптимальна тривалість опромінення для другого виду:

$$x_2 = \frac{211,495 - 3,400 \cdot 25}{0,327} = 387 \text{ (с)}$$

Далі отримані значення параметрів перевірялися на контрольних вирощених зразках обох видів. Чашка Петрі з колонією *Saccharomyces Cerevisiae* опромінювалася впродовж 384 с з потужністю 25 В, а чашка Петрі з колонією *Geotrichum Candidum* впродовж 387 с з потужністю 25 В. Далі зразки були обведені по контуру і знов поміщені в оптимальне для росту середовища на 4 дні.

Аналіз отриманих результатів після 4 днів показав відсутність активності та припинення росту грибкових колоній обох видів. Це доводить ефективність обраних значень параметрів опромінення та точність отриманих рівнянь.

Вигляд контрольних зразків до опромінення і після чотирьох днів з моменту досліду зображено на рисунках 3.6-3.9.

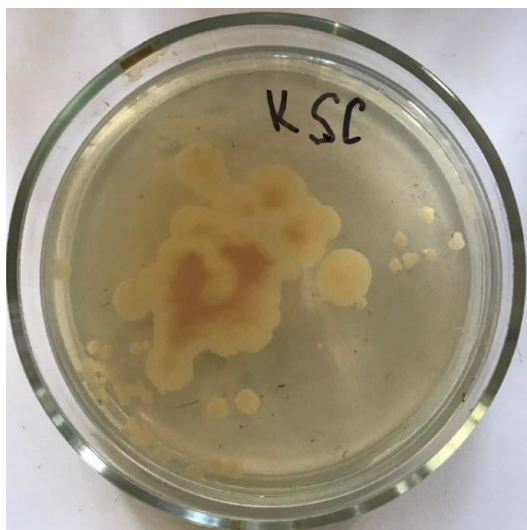


Рисунок 3.6 – Перший вид грибків до опромінення

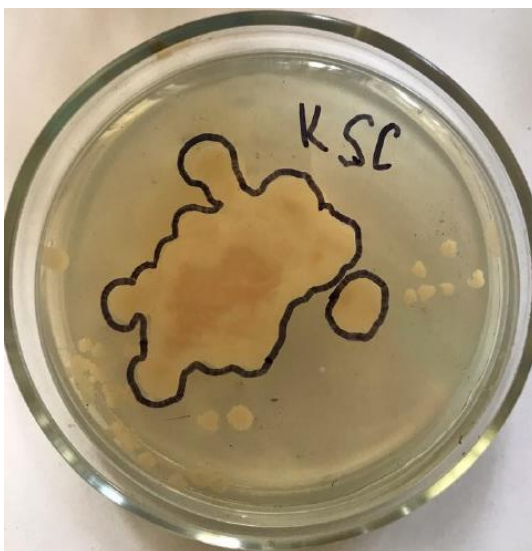


Рисунок 3.7 – Перший вид грибків після опромінення

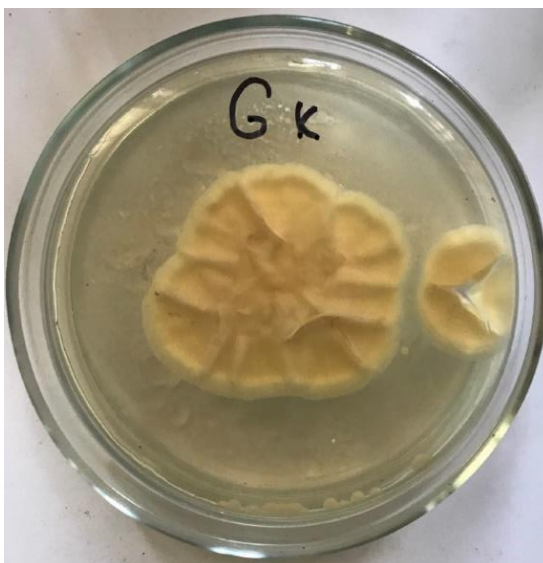


Рисунок 3.8 – Другий вид грибків до опромінення

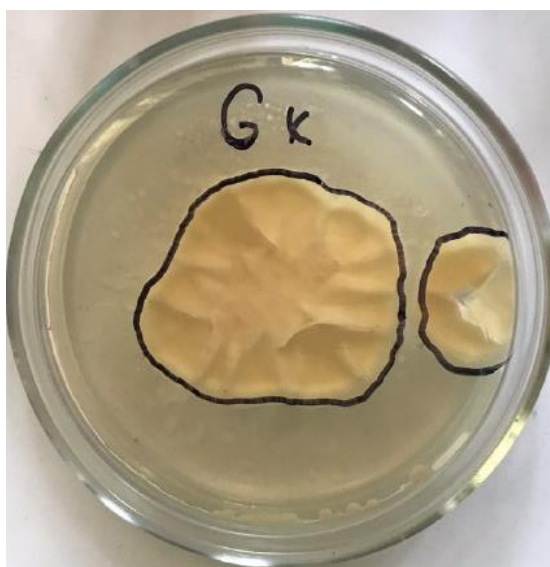


Рисунок 3.9 – Другий вид грибків після опромінення

Висновки до розділу 3

За допомогою програми для статистичного аналізу SPSS вдалося отримати рівняння з оптимальними значеннями параметрів опромінення для припинення активності та росту грибкових інфекцій. За допомогою отриманих даних після експерименту з опромінення зразків грибкових інфекцій були побудовані рівняння для двох видів грибків. В подальшому вони використовувалися для підбору параметрів опромінення контрольних зразків і показали повне припинення активності грибків після опромінення.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Характеристика приміщення

Фізіотерапевтичний кабінет являє собою сухе, світле приміщення з покритою спеціальним лінолеумом підлогою. Стіни приміщення пофарбовані олійною фарбою світлих тонів. Приміщення має природню вентиляцію та комбіноване освітлення, що складається зі штучного та природнього освітлення.

Для проведення лікувальної процедури кабінет обладнаний кабіною, каркаси якої виготовлені з пластмасових труб. Також у кабінеті виділений спеціальний ізольований бокс для підготовчих робіт площею більше 8 м². План приміщення зображений на рисунку 4.1, параметри кабінету та перелік обладнання і оснащення наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристики кабінету

№	Найменування	Основні характеристики	Кількість	Номер на рисунку
1	2	3	4	5
1	Параметри всього кабінету	8000×3000×2700 мм; S=24 м ² ; V=64,8 м ³	—	—
2	Параметри ізольованого боксу	3700×3000×2700 мм; S=11,1 м ² ; V=30 м ³	—	—
3	Кількість працюючих		1	—
4	Природне освітлення	Вікно металопластикове Rehau 1600х1200 мм	2	—
5	Штучне освітлення	Світильник ЛПО-01	4	—
6	Апарат для СМХ – терапії THERMATUR M250	Розміри: 380×380×850 мм Матеріал: залізо, пластмаса Споживана потужність: 650 Вт	1	1
7	Кушетка медична Амед К – 1.0	Розміри: 1980×600×500 мм Матеріал: сталь, шкірозамінник	1	2
8	Стіл письмовий Karup	Розміри: 1000×400×750 мм Матеріал: дерево	1	3
9	Стілець офісний ISO	Розміри: 530×435×475 мм Матеріал: оббивка – тканина Micro	1	4
10	Шафа медична Амед ШФМ – 402	Розміри: 900×400×1800 мм Матеріал: сталь	1	5

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
11	Кондиціонер Delfa ACW	Розміри: 698×255×190 мм Напруга: 220-240 В	1	6
12	Раковина Primo 60 Kolo	Розміри: 380×320×135 мм Матеріал: кераміка	1	7
13	Вогнегасник порошковий, ОПУ-10	Розміри: Ø176 мм, висота – 325 мм	1	8
14	Пожежний сповіщувач ДІП-1	димовий	1	9

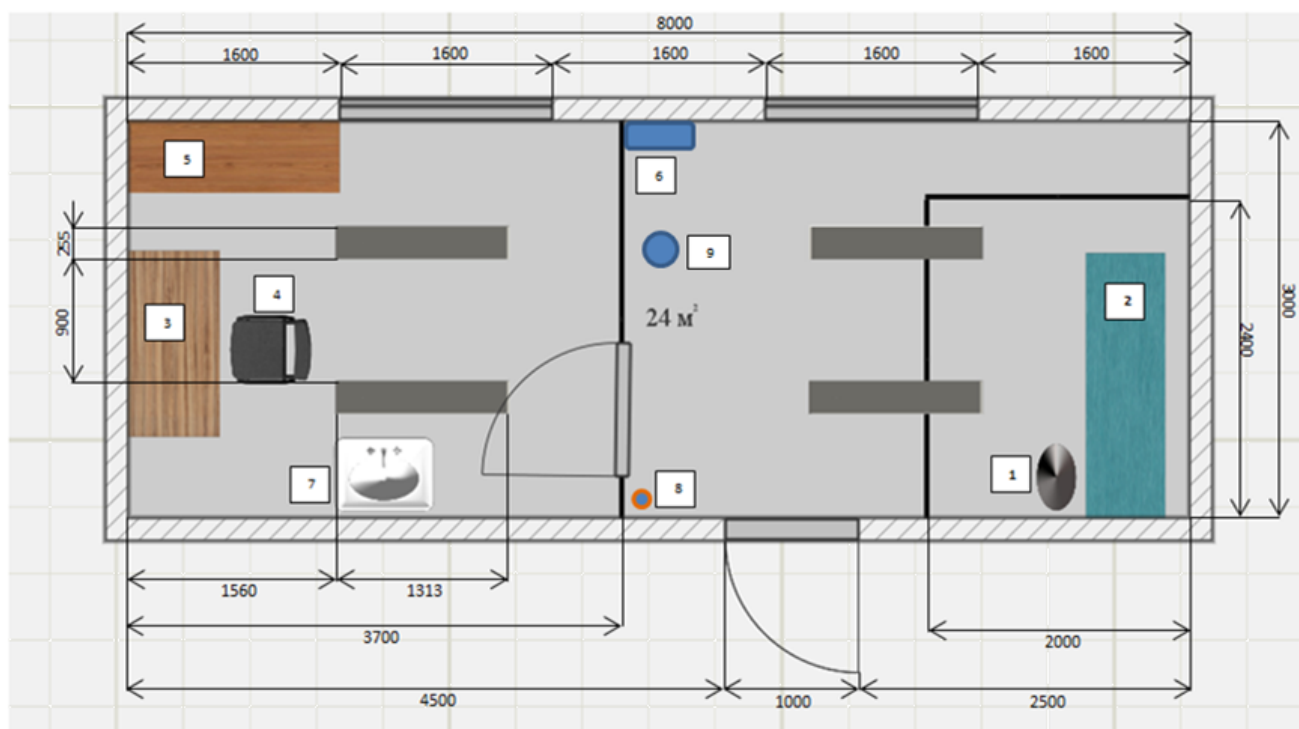


Рисунок 4.1 – Схема кабінету для фізіотерапії

В таблиці 4.2 наведено порівняльну характеристику основних нормативних значень кабінету фізіотерапії з реальними значеннями.

Таблиця 4.2 – Порівняння нормативних параметрів

№	Параметр кабінету	Реальні значення	Нормативні значення
1	Площа на 1 працюючого	24 м ²	4,5 м ²
2	Об'єм на 1 працюючого	64,8 м ³	15 м ³
3	Площа ізольованого боксу	11,1 м ²	8 м ²
4	Мінімальна ширина проходу	2 м	1,5 м
5	Ширина дверного проходу	1 м	Не менше 1 м

З результатів таблиці 4.2 робимо висновок, що даний кабінет відповідає всім нормам за НАПБ Б.03.002-2007. Заходи нормалізації проводити не треба,

оскільки реальні значення площі та об'єму всього кабінету та ізольованого боксу, а також мінімальна ширина проходу та ширина дверного проходу відповідають необхідним нормам.

4.2 Оцінка небезпечних та шкідливих факторів

Відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 всі небезпечні та шкідливі чинники поділяються на 4 групи. Результати щодо наявності чи відсутності даних чинників при проведенні тестування з апаратом мікрохвильової терапії в фізіотерапевтичному кабінеті наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Небезпечні та шкідливі виробничі чинники

Група небезпечних факторів	Перелік основних чинників
Фізичні	Електробезпека, пожежна безпека, НВЧ-опромінювання, мікроклімат
Хімічні	Відсутні
Біологічні	Віруси та грибки
Психофізіологічні	Відсутні

Виходячи з результатів таблиці 4.3, бачимо, що існують тільки фізичні та біологічні небезпечні фактори, основними чинниками яких виступає електробезпека, пожежна безпека та НВЧ-опромінювання.

4.2.1 Електробезпека

Інформація про джерела небезпеки та заходи для захисту, що стосуються електробезпеки наведено в таблицях 4.4-4.6.

Таблиця 4.4 – Джерела небезпеки

Джерело небезпеки	Причина небезпеки	Наслідки небезпеки
Опромінювач під напругою	Відсутність заземлення	Ураження електричним струмом, що може стати летальними для людини
Оголений височастотний кабель	Пошкодження ізоляції кабелю	

Таблиця 4.5 – Реальні та нормативні фактори небезпеки

Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативне значення
Максимальний струм	> 1 А	1 А

Таблиця 4.6 – Заходи та засоби захисту

Вид захисту	Засоби подолання небезпеки
Технічні заходи	Заземлення корпусу апарата
	Ізоляція струмовідних частин
Експлуатаційні заходи	Перевірка справності роботи апарата і блокувальних пристроїв
Організаційні заходи	Інструктаж з правил електробезпеки
Режимні заходи	Перевірка несправностей апарата тільки у вимкненому стані

Дане приміщення відноситься до категорії приміщень без підвищеної небезпеки, бо в ньому не спостерігається температура вище 35 °С, вологість повітря не перевищує 75%, а підлога покрита лінолеумом. Відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82 2016, в даному кабінеті виконані всі вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.

4.2.2 Пожежна безпека

Інформація про джерела небезпеки та заходи для захисту, що стосуються пожежної безпеки наведено в таблицях 4.7-4.9.

Таблиця 4.7 – Джерела небезпеки

Джерело небезпеки	Причина небезпеки	Наслідок
Несправності електричних елементів апарата	Коротке замикання або пробій ізоляції	Опіки у працівників та пацієнтів, спричинені пожежею, ушкодження можуть стати летальними; пошкодження обладнання, оснащення та власних речей працівників
Перегрів ізоляції	Коротке замикання	
Недотримання заходів пожежної безпеки	Загоряння матеріалів, устаткування	

Таблиця 4.8 – Характеристика пожежної небезпеки приміщення

Категорія пожежної небезпеки	Клас пожежонебезпечної зони	Клас пожежної небезпеки
В	П-Па	Е (горіння електроустановок під напругою)

Таблиця 4.9 – Заходи та засоби захисту

Вид захисту	Засоби подолання небезпеки
Технічні заходи	Використання пожежного димового сповіщувача ДИП-1 та вогнегасника порошкового ОПУ-10, ємністю 10 л, а також пожежного крана та рукава у коридорі
Організаційні заходи	Своєчасне проведення інструктажів з техніки пожежної безпеки, розробка плану евакуації
Режимні заходи	Недопущення посторонніх осіб у кабінет Заборона застосування відкритого вогню у кабінеті
Експлуатаційні	Своєчасна перевірка справності роботи апарата

Відповідно до ДСТУ 3855-99 в даному кабінеті для фізіотерапії дотримані всі необхідні правила для забезпечення пожежної безпеки.

4.2.3 Безпека НВЧ-опромінювання

Інформація про джерела небезпеки та заходи для захисту, що стосуються безпеки НВЧ-опромінювання наведено в таблицях 4.10-4.12.

Таблиця 4.10 – Джерела небезпеки

Джерело небезпеки	Причина небезпеки	Наслідок
Несправність схеми електронного блока апарата	Самовільне вмикання апарата на високу потужність	Надмірне опромінення пацієнта, перегрів та опік шкіри пацієнта
Висока температура НВЧ-опромінення	Перегрів поверхні опромінювача	
Вплив надмірного НВЧ-опромінення	Недотримання техніки безпеки при роботі з апаратом	Надмірне опромінення працівника

Таблиця 4.11 – Реальні та нормативні фактори небезпеки

Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативне значення
Температура опроміненої шкіри	37-70 °C	до 50 °C
Потужність опромінення	10-150 Вт	до 70 Вт

Таблиця 4.12 – Заходи та засоби захисту

Вид захисту	Засоби подолання небезпеки
Технічні заходи	Оснащення кабінета захисною кабіною навколо кушетки і апарата
Експлуатаційні заходи	Перевірка справності роботи апарата і блокувальних пристроїв
Організаційні заходи	Інструктаж з техніки безпеки роботи з апаратами для мікрохвильової терапії

Відповідно до ДСТУ EN 60601-2-5:2019 в даному кабінеті дотримані всі вимоги щодо безпеки використання апарата для фізіотерапії.

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок до розділу 4

В даній частині були розглянуті головні потенційні небезпеки, що можуть виникнути при проведенні тестування апарата для мікрохвильової терапії в фізіотерапевтичному кабінеті. У вибраному приміщенні були дотримані всі необхідні правила для забезпечення електробезпеки та безпеки НВЧ-опромінення, також у кабінеті проводяться всі основні заходи для пожежної безпеки.

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час написання дипломної роботи були розглянуті використання мікрохвильового випромінювання в сучасній медицині, а особливо ефективність лікування дерматологічних захворювань за допомогою цього методу, а також був розглянутий вплив мікрохвиль на життєздатність грибкових інфекцій.

Виходячи з отриманої інформації, були проведені дослідження для перевірки впливу мікрохвиль на активність та ріст грибків залежно від тривалості та потужності опромінення з використанням спеціально підготовленої техніки та заздалегідь вирощеного матеріалу для експериментів.

Використовуючи отримані експериментальні дані була складена база даних для проведення подальшого статистичного аналізу у програмі SPSS. В результаті аналізу лінійної регресії були виведені рівняння з оптимальними параметрами для ефективного опромінення грибків та оцінено точність побудованої прогностичної моделі.

З використанням отриманих рівнянь були виведені оптимальні значення параметрів опромінення для двох видів, які були перевірені на контрольних зразках. Контрольні зразки обох видів в результаті опромінення показали повне припинення росту колоній.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Фізіотерапія / В. Д. Сиволап, В. Х. Каленський. – Запоріжжя: ЗДМУ, 2014. – 196 с.
2. Siddharth A. The Pulsed Electromagnetic Field Therapy / Agrawal Siddharth. – US: PEMF-devices, 2020. – 55 с.
3. Allegretti M. The Therapeutic Properties of Electromagnetic Waves / Marcello Allegretti. – US: Amazon Digital Services LLC, 2018. – 156 с.
4. Физиотерапия / [Л. Т. Гильмутдинова, Н. С. Гизатуллина, А. Р. Сахабутдинова та ін.]. – Уфа: Башкирский Государственный Медицинский Университет, 2011. – 82 с.
5. Рахманкулов Д. Л. Применение микроволнового излучения в терапии некоторых заболеваний / Д. Л. Рахманкулов, С. Ю. Шавшукова, И. Н. Вихарева. // Башкирский химический журнал. – 2008.
6. Будзин В. Р. Застосування у фізіотерапії електричних струмів високої частоти / В. Р. Будзин. – Львів: Львівський державний університет фізичної культури, 2019. – 11 с.
7. Физиотерапия / Г. Ш. Гафиятуллина, В. П. Омельченко, Б. Е. Евтушенко, И. В. Черникова. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 262 с.
8. Робота магнетрона в мікрохвильовій печі [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://magnetronic.kiev.ua/o-mikrovolnah-i-mikrovolnovkah/57-kak-rabotaet-magnetron>.
9. Портнов А. Высокочастотная терапия [Електронний ресурс] / Алексей Портнов. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://m.ilive.com.ua/beauty/vysokochastotnaya-terapiya_68473i15901.html.
10. Основы Физиотерапии и курортологии / [Г. А. Мороз, В. В. Ежов, Н. В. Матвеева и др.]. – Симферополь: ФГАОУ ВО "КФУ им. В. И. Вернадского", 2015. – 244 с.

					БМ61.01.2505.1191	Лист 49
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Microwave ablation of hepatocellular carcinoma / G.Poggi, N. Tosoratti, B. Montagna, C. Picchi. // World J Hepatol. – 2015.

12. Microwave ablation of hepatocellular carcinoma as first-line treatment: long term outcomes and prognostic factors in 221 patients / [T. Wang, X. Lu, J. Chi та ін.]. // Sci Rep. – 2016.

13. Microwave therapy for cutaneous human papillomavirus infection / [I. Bristow, W. Lim, A. Lee та ін.]. // Eur J Dermatol. – 2017. – №27. – С. 18.

14. Hochstein A. Microwaves: A Painless, Efficient New Treatment for Plantar Warts [Електронний ресурс] / A. Hochstein. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://treatwithswift.com/global/news-events/news/microwaves-a-painless-efficient-new-treatment-for-plantar-warts.html>.

15. Microwave hyperthermia treatment increases heat shock proteins in human skeletal muscle / [Y. Ogura, H. Naito, T. Tsurukawa та ін.]. // Br J Sports Med. – 2007.

16. Dudley G. On the existence of and mechanism for microwave-specific reaction rate enhancement [Електронний ресурс] / G. Dudley, R. Richert, A. Stiegman // Chem Sci. – 2015.

17. A feasibility study of microwave therapy for precancerous actinic keratosis / [D. N. Jackson, F. J. Hogarth, D. Sutherland та ін.]. // British Journal of Dermatology. – 2020.

18. Ананьєва М. М. Чутливість різних представників роду Candida до антимікотиків / М. М. Ананьєва. // Експериментальна медицина та біологія. – 2019. – №1.

19. Зачиняева А. В. Оценка вирулентности грибов рода и ее роль в развитии заболеваний периодонта у детей раннего возраста / А. В. Зачиняева, Я. В. Зачиняев. // Медицина: Теория и практика. – 2019. – №3.

20. Грибковые заболевания [Електронний ресурс] // СМ-Клиника. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.smclinic-ryazan.ru/about/articles/gribkovye-zabolevaniya/>.

					БМ61.01.2505.1191	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Viability of fungal and actinomycetal spores after microwave radiation of building materials / [R. Górny, G. Mainelis, A. Wlazlo et al.]. // Ann Agric Environ Med. – 2007. – №14. – С. 313–324.

22. Slobodan M. J. The Effects of Microwave Radiation on Microbial Cultures / J. Slobodan M., M. Milorad Z., N. Milan LJ.. // International Multidisciplinary Journal. Hospital Pharmacology. – 2014. – №1. – С. 102–108.

23. Pietikainen J. Comparison of temperature effects on soil respiration and bacterial and fungal growth rates / J. Pietikainen, M. Pettersson, E. Baath. // FEMS Microbiology Ecology. – 2005. – С. 49–58.

24. Atlas of Clinical Fungi / [G. de Hoog, J. Guarro, J. Gene та ін.]. – Utrecht: Westerdijk Fungalbio Diversity Institute, 2019. – 52 с. – (3).

25. Diagnosis and treatment of fungal infections / D. Hospenthal, M. Rinaldi. – New York: Springer, 2015. – 299 с. – (2).

26. Sciortino C. Atlas of Clinically Important Fungi / Carmen Sciortino. – US: Wiley-Blackwell, 2017. – 456 с.

27. Баймухамбетова А. С. Исследование фунгицидной активности изолята бактерий рода *Bacillus* на некоторые виды фитопатогенных грибов / А. С. Баймухамбетова, Д. К. Магзанова, Ю. В. Батаева. // Специализированное информационное издание в области научного обеспечения агропромышленного комплекса. – 2019.

28. Коноплева Н. Посуда для микроволн [Электронный ресурс] / Н. Коноплева. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://m.nkj.ru/archive/articles/2633/>.

29. Гончаров С. Стерилізація медичних інструментів [Електронний ресурс] / Сергей Гончаров. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://technotest.com.ua/sterilizaciya-medicinskih-instrumentov.html>.

30. Полосенко О. В. Питательные среды, используемые при диагностике грибковых заболеваний / О. В. Полосенко, А. П. Шепелин. // Russian-Chinese

Scientific-Practical Conference on Medical Microbiology and Clinical Mycology. – 2014.

31. Инструкция по применению медицинского изделия для диагностики in vitro [Электронный ресурс] // Центральная фабрика готовых сред. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbfmadadm/http://hemltd.ru/export/sites/HemLtd/instructions/bp-007_agar_saburo_s_dekstrozoj_i_hloramfenikolom.pdf.

32. Кінаш О. В. Культуральні властивості грибів родини Мисогасеае та роду Aspergillus / О. В. Кінаш, Т. А. Скотаренко. // Вісник української медичної стоматологічної академії. – 2019.

33. Способи культивування мікроорганізмів. // Національний університет харчових технологій. – 2016.

34. Кот С. П. Мікробіологія / С. П. Кот, В. А. Кириченко, В. О. Мельник. – Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет, 2017. – 94 с.

35. Watkinson S. The Fungi / S. Watkinson, N. Money, L. Boddy. – US: Academic Press, 2015. – 466 с.

36. Опіки та їх класифікація [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbfmadadm/http://nmu.ua/wp-content/uploads/2016/06/5.pdf.

37. Руководство пользователя по базовой системе Statistics 20 [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/statistics/20.0/ru/client/Manuals/IBM_SPSS_Statistics_Core_System_Users_Guide.pdf.